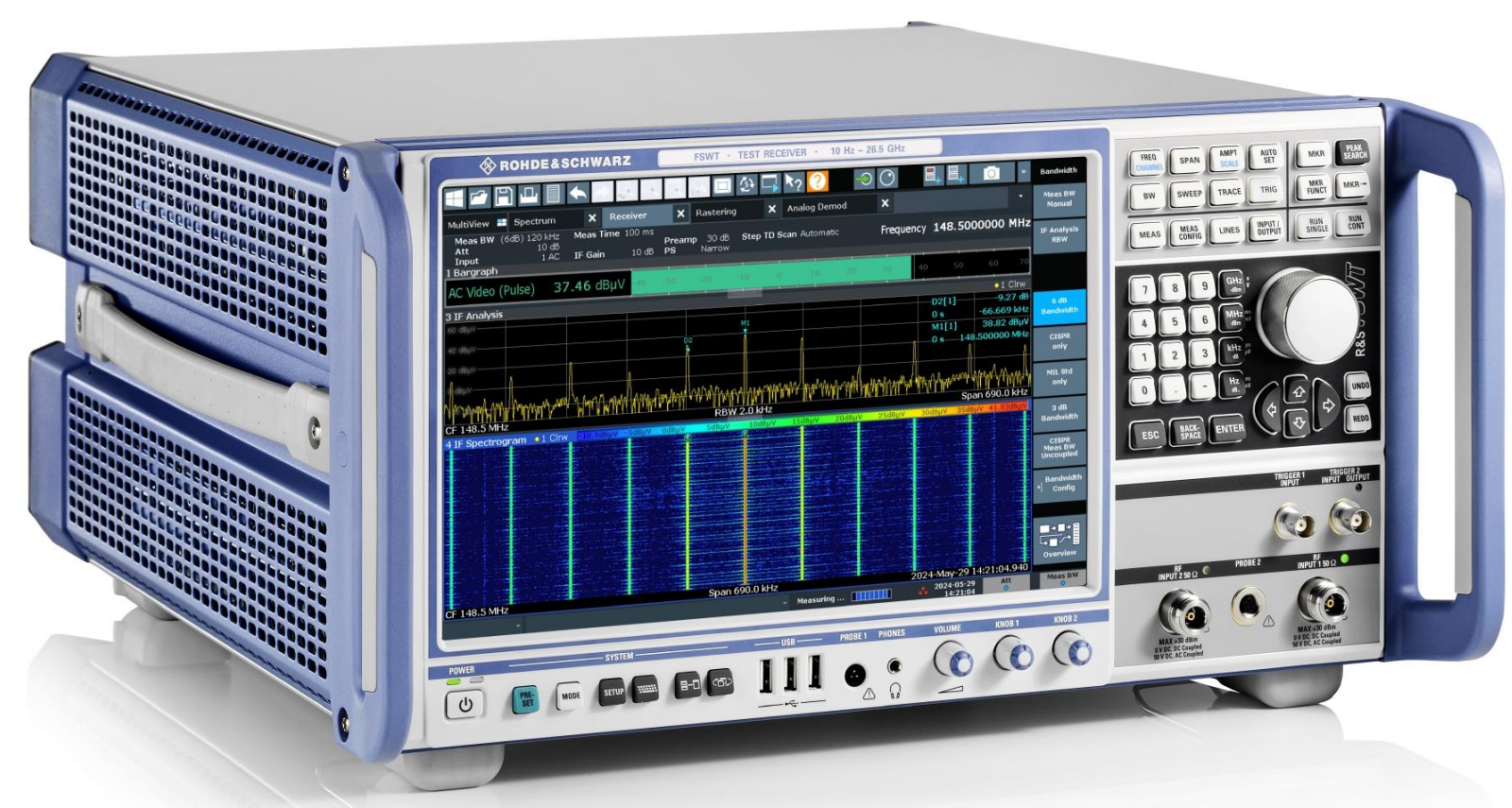
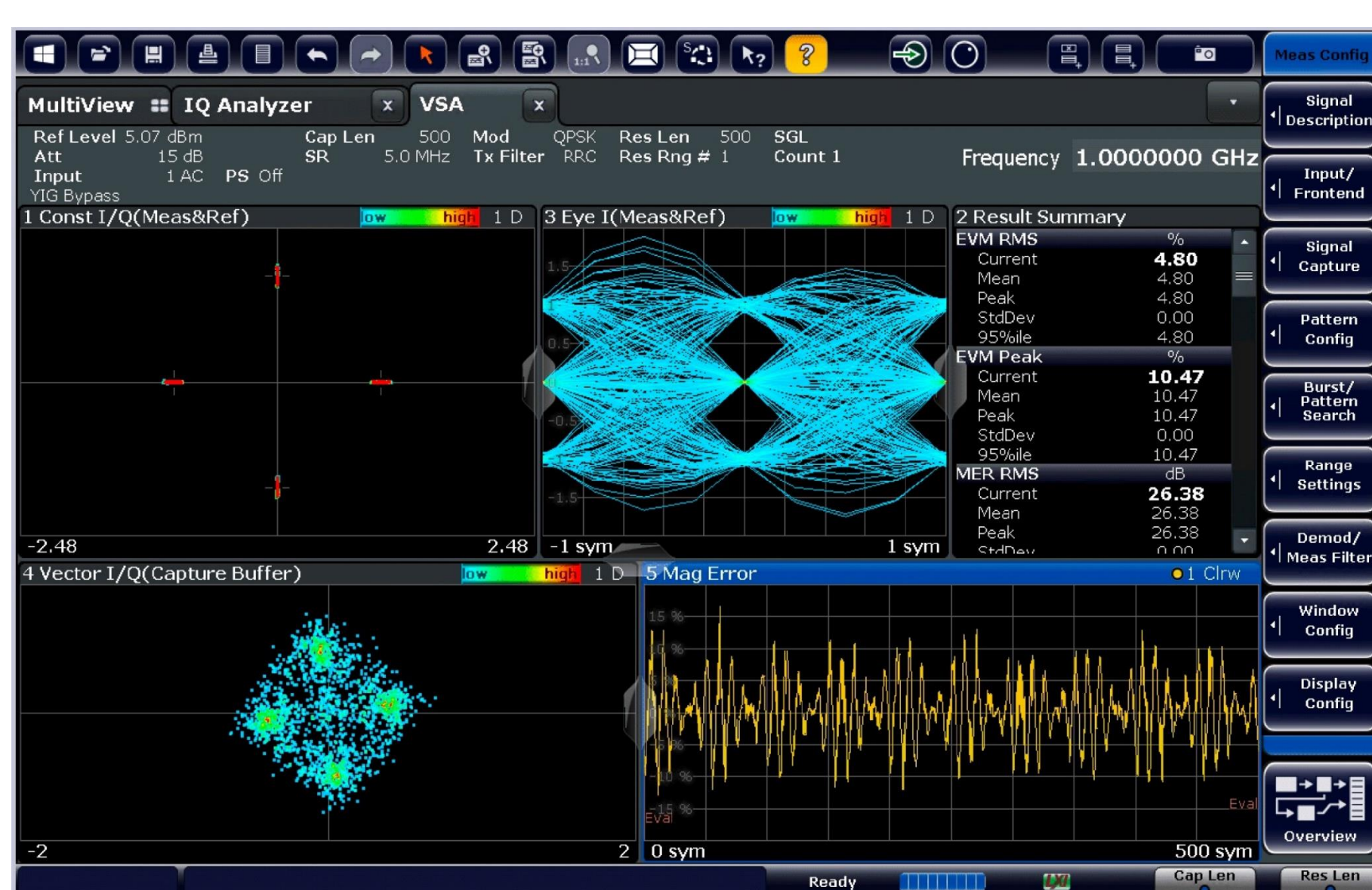
デジタル時代の電磁波セキュリティ対策に

R&S®FSWT
TEMPEST レシーバー

Key Facts

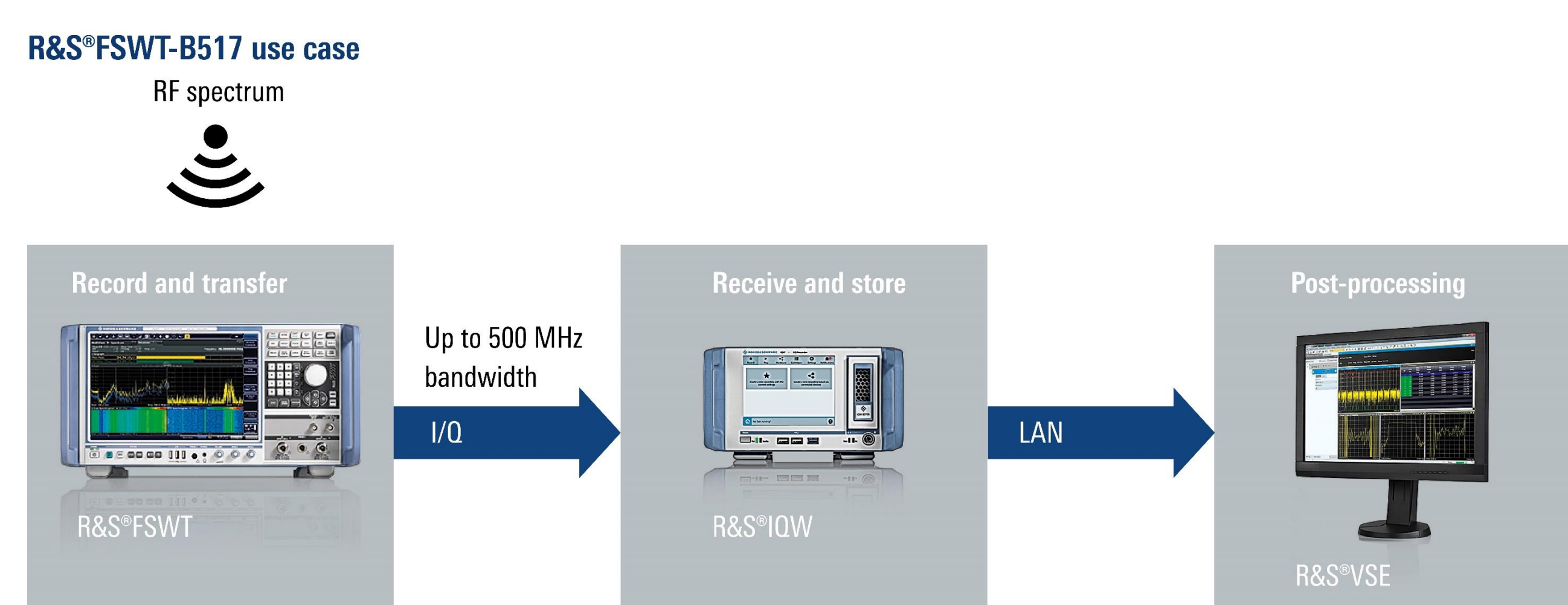
- 各国 TEMPEST 規格に対応した専用レシーバー
- 周波数レンジ : 10 Hz ~ 26.5 GHz
  （～ 44 GHz、R&S®FE44S 外部フロントエンド）
- 雑音指数 : < 4 dB (10 kHz ~ 1 GHz)
- デジタル／アナログ解析帯域幅 : 500 MHz
- ディスプレイのビデオラスター解析

広帯域なデジタル／アナログ解析が可能

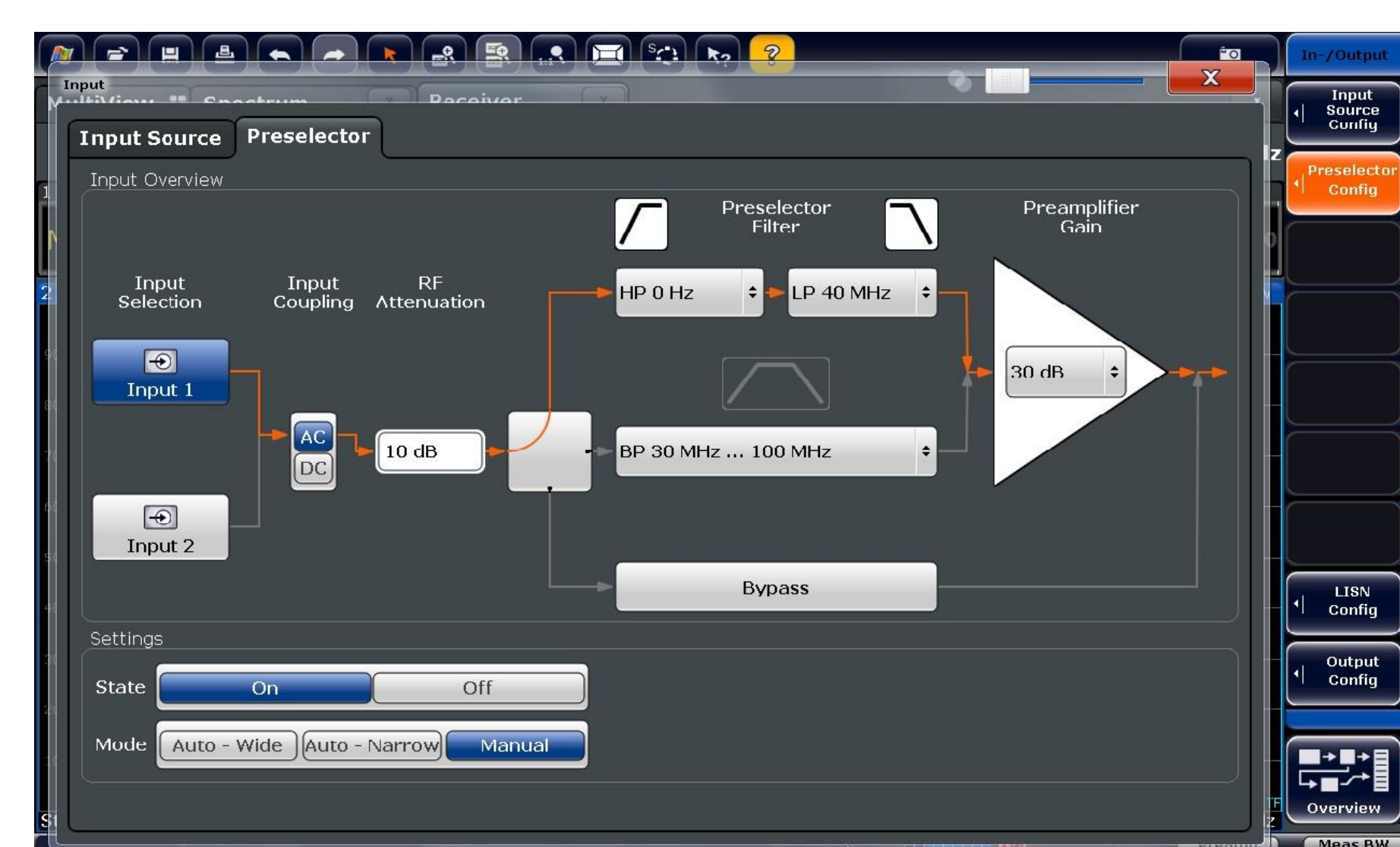
R&S®FSWT は、最大 500 MHz という広い解析帯域幅を有します。これにより、AM / FM / PM といったアナログ信号解析から、OFDM に至るまでのデジタル信号解析（オプション）を 1 台で可能としています。

ビデオラスター解析への対応

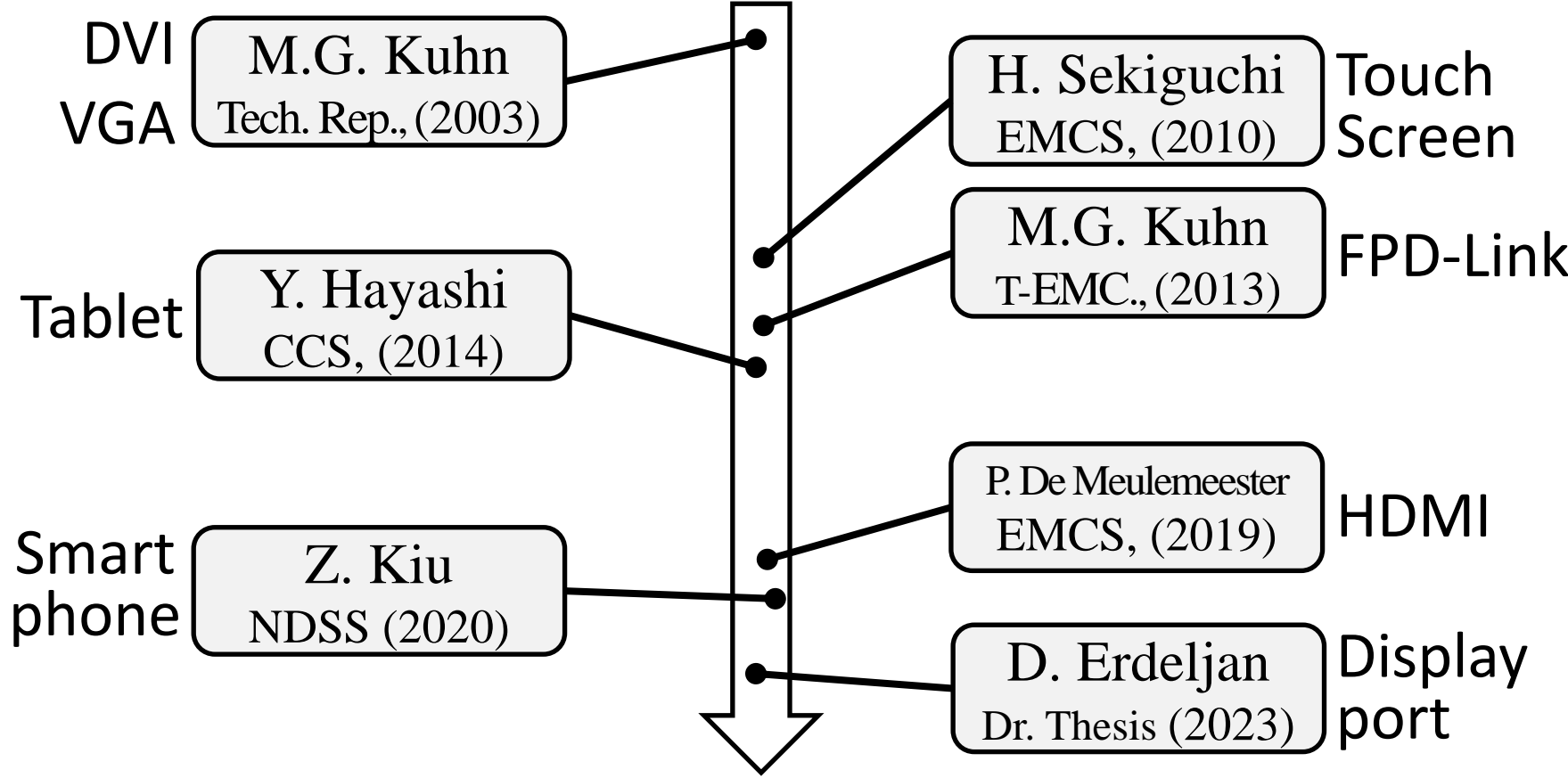
外部に追加機器を必要とすることなく、本体内部機能（オプション）として漏洩電波からビデオラスター解析を行う事が可能です。

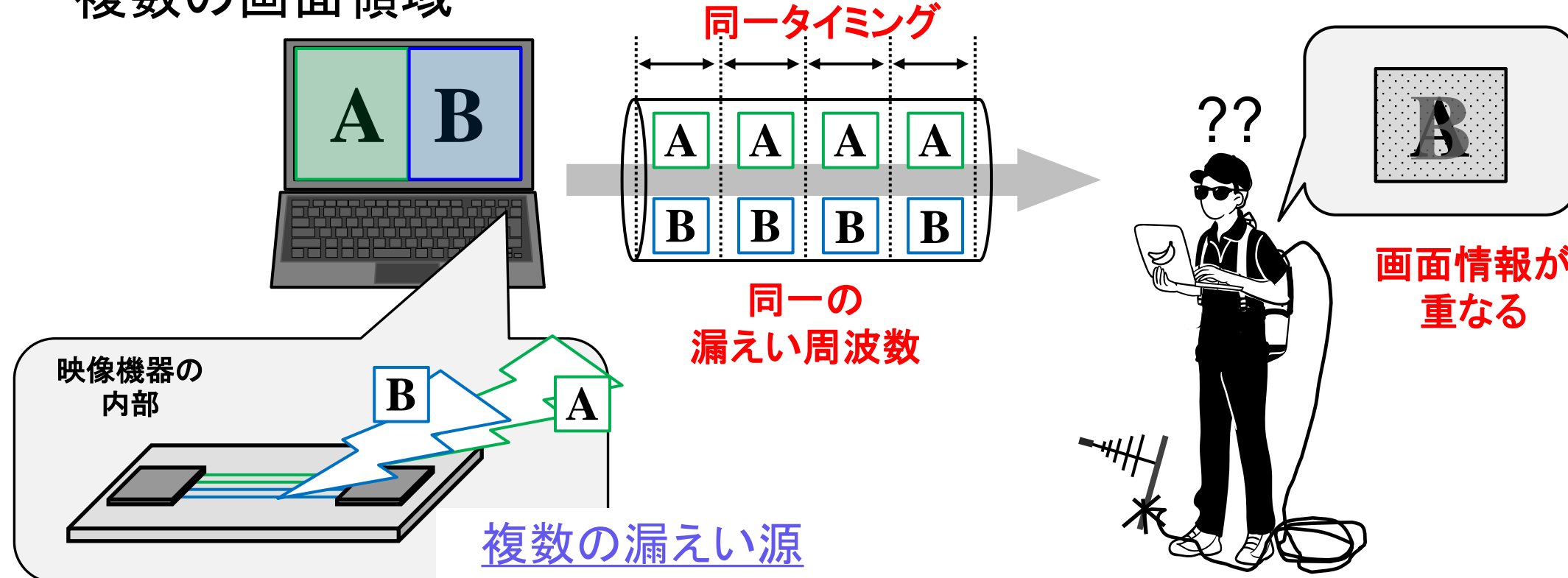
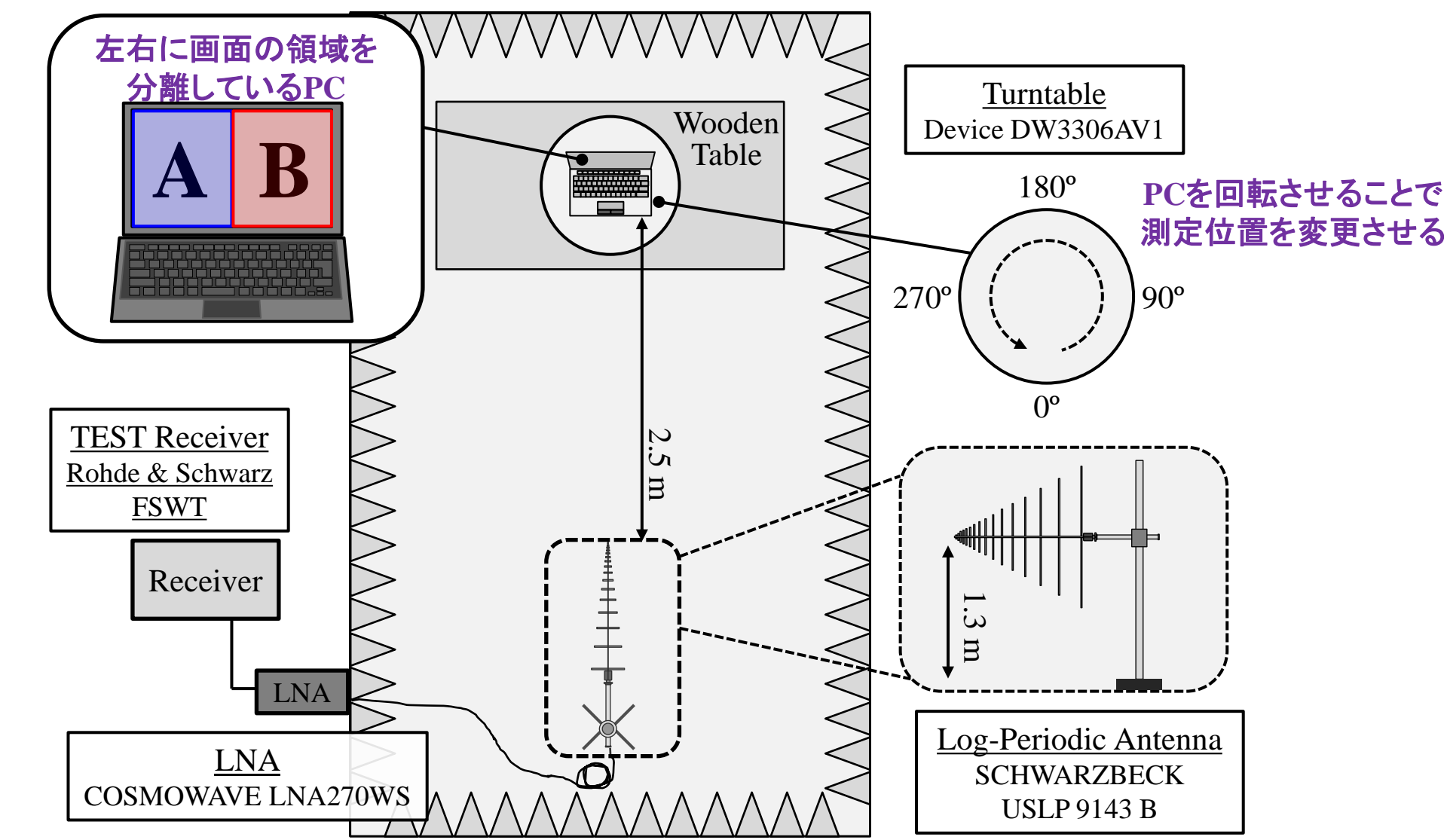
各種データ出力インターフェース

外部記録向けのアナログおよびデジタルのインターフェースを有しているため、受信後の詳細解析を可能としています。（一部オプション）

可変型プリセレクタによる高感度測定

R&S®FSWT は、LPF、HPF の各組み合わせ、各種 BPF、そして内蔵 30 dB プリアンプを搭載したプリセレクタ（オプション）により、複雑な電波環境下でも、微弱な漏洩信号を高感度に受信・解析が可能となります。

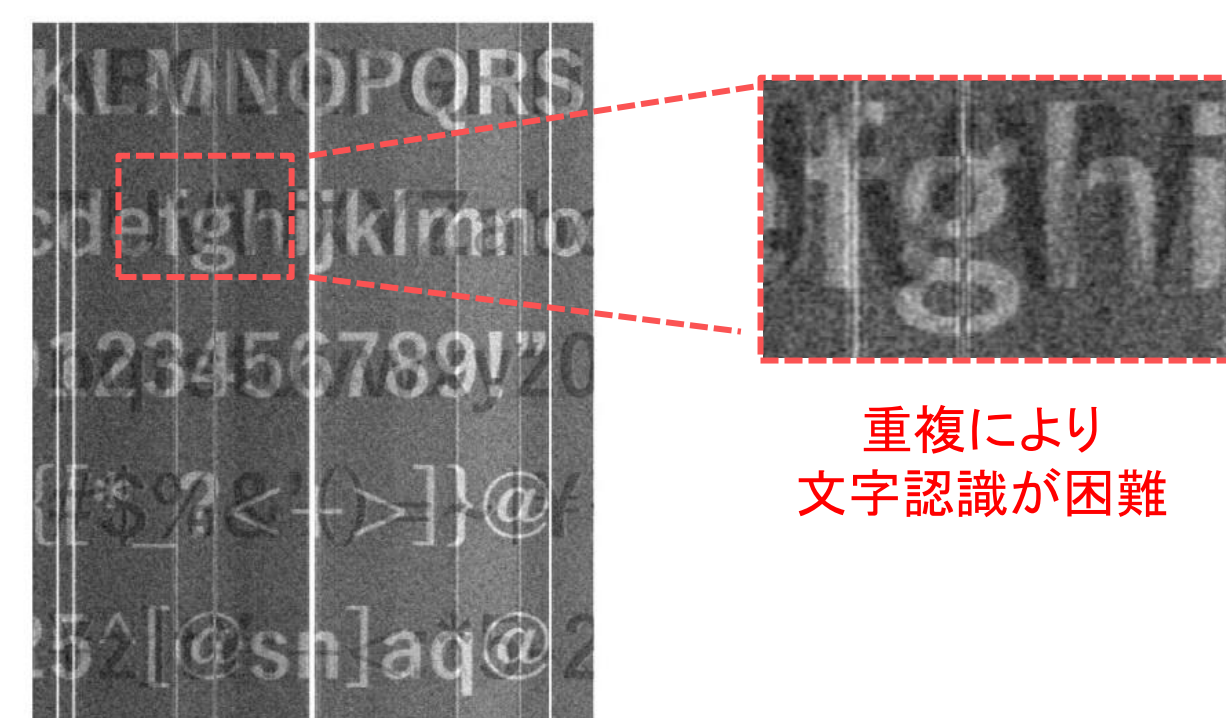
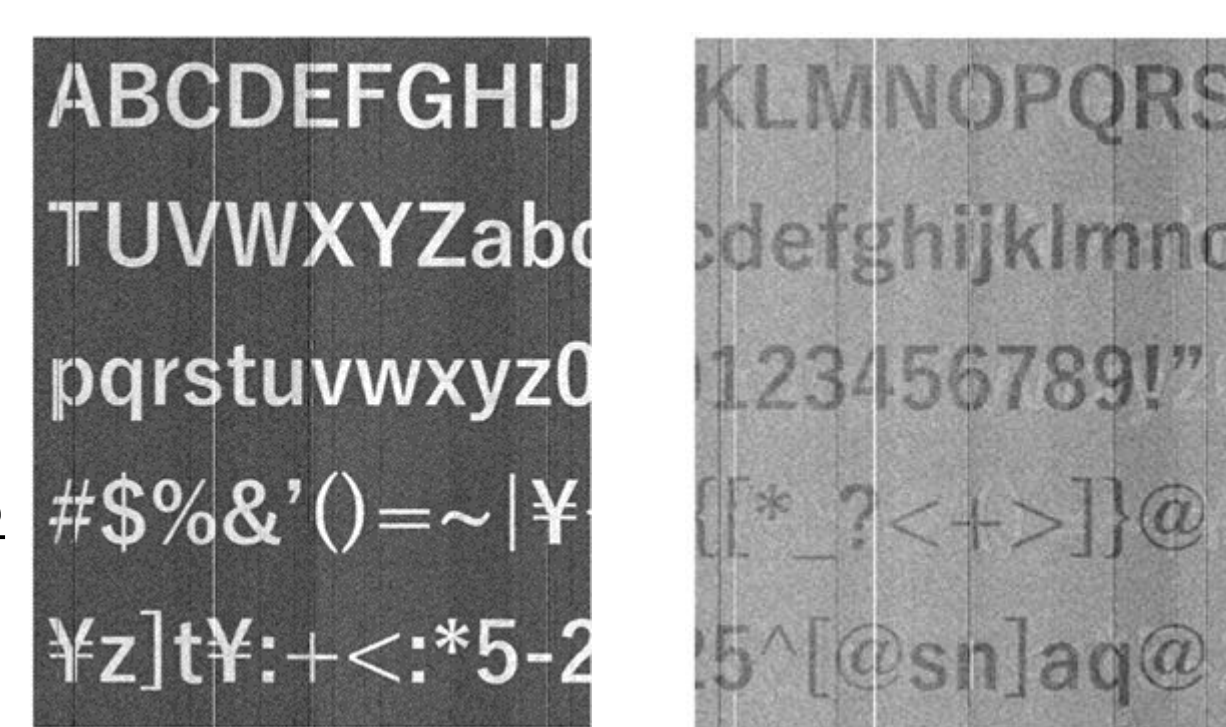
ROHDE&SCHWARZ
Make ideas real

高解像度ディスプレイに対する独立成分分析を利用した画面情報の復元に関する検討

研究背景

実験環境

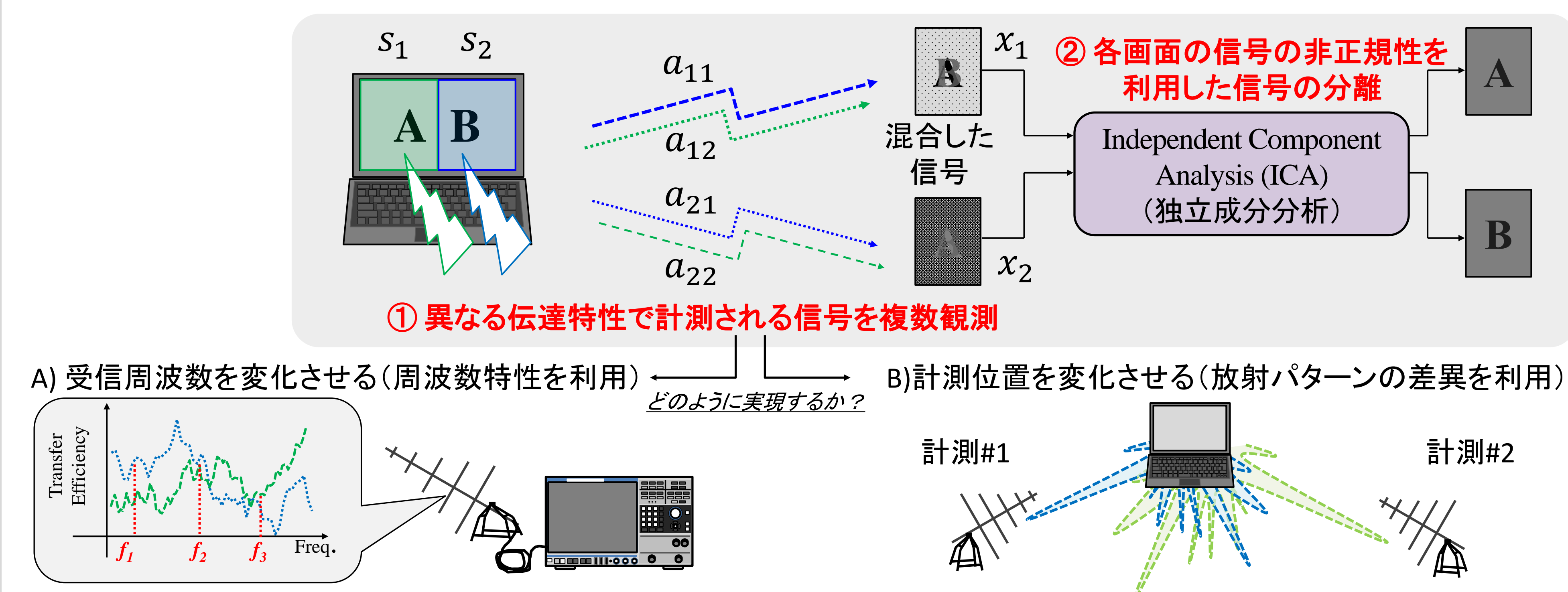
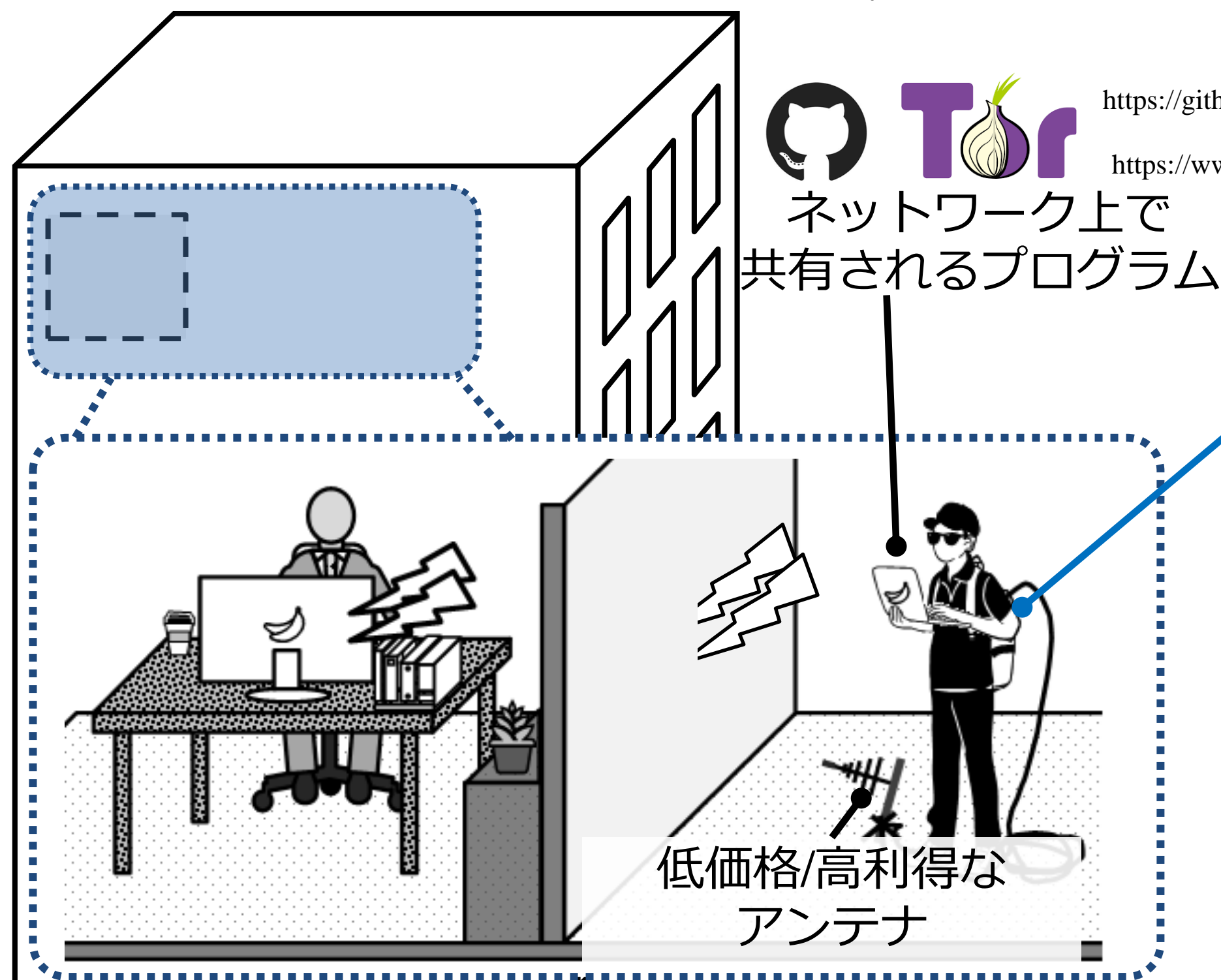
複数のディスプレイドライバが存在する機器に対するTEMPEST

実験結果

表示画像

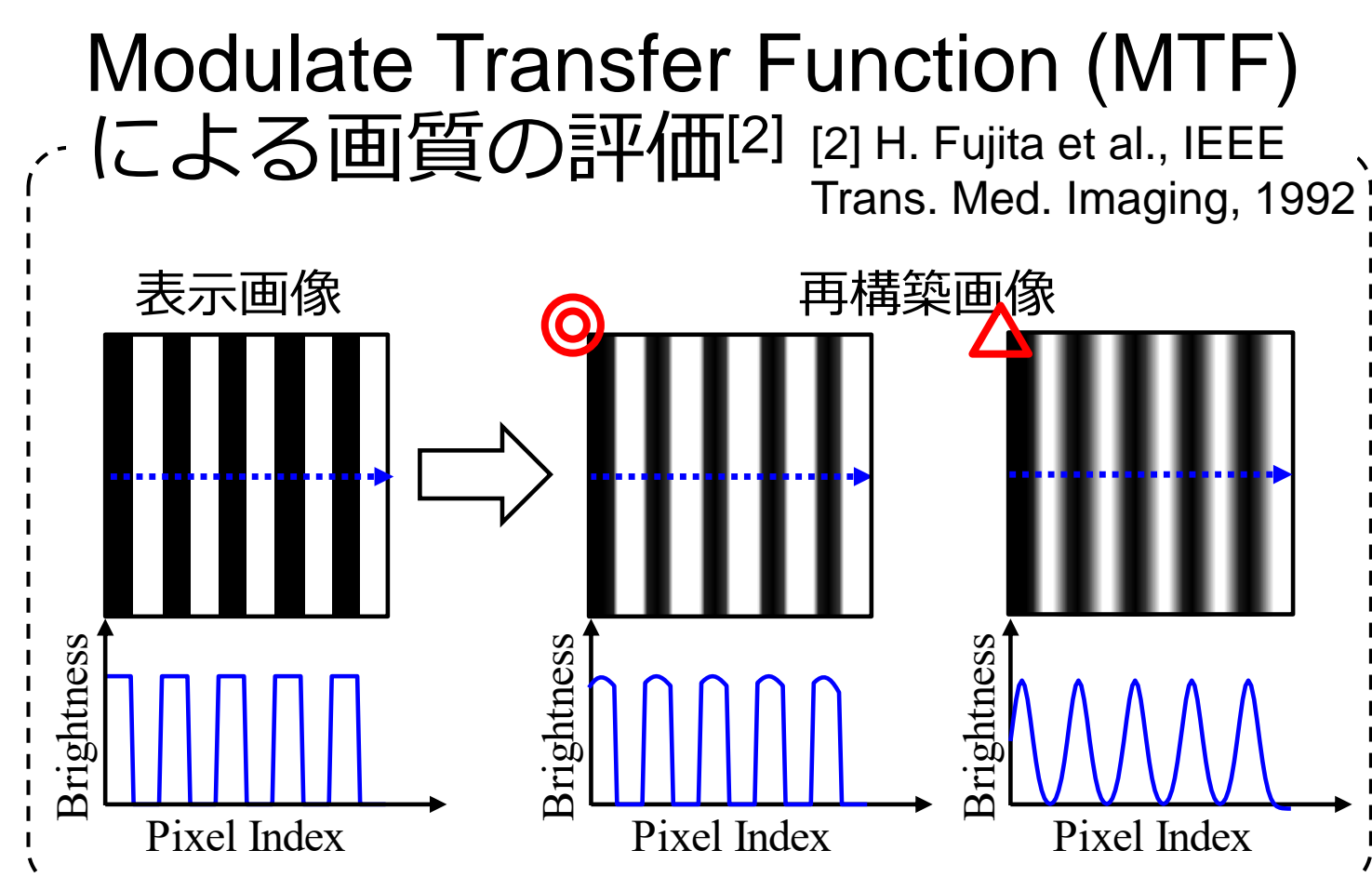
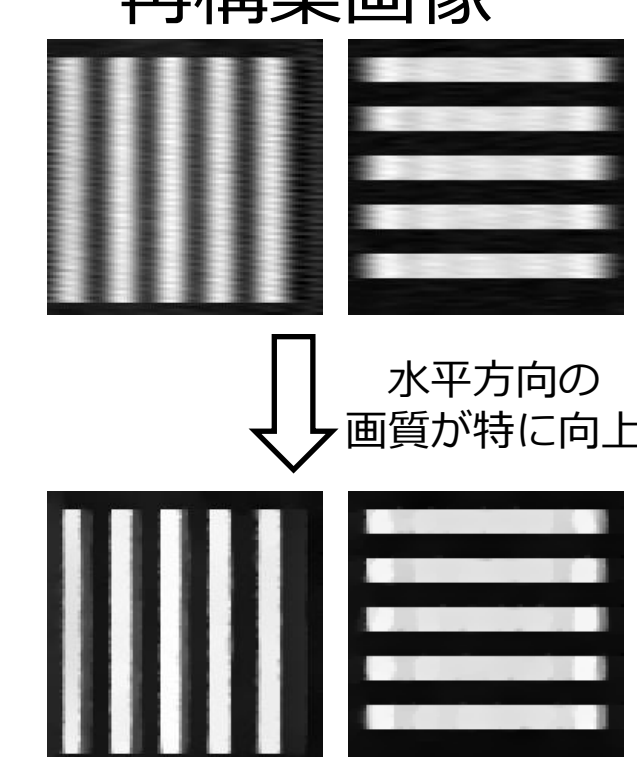
ABCDEFGHIJKLMNOPQRS
TUVWXYZabcdefghijklmno
pqrstuvwxyz0123456789!"
#$%&'()=~|¥{[*_?<+>]}@
¥z]t¥:+<:*5-25^[@sn]aq@

従来手法による再構築画像

提案手法による再構築画像

提案手法の計測手法/信号処理は重複した再構築画像を分離し情報復元可能

↓

高解像度ディスプレイもTEMPEST攻撃の脅威の対象範囲

低サンプリングレートな測定器を用いたTEMPESTにおける再現画像の高精度化に関する検討

実験環境

クロック周波数: 70 MHz ＞ サンプリングレート: 10 MSa/s

実験結果

表示画像

The quick brown fox jumps over the lazy dog

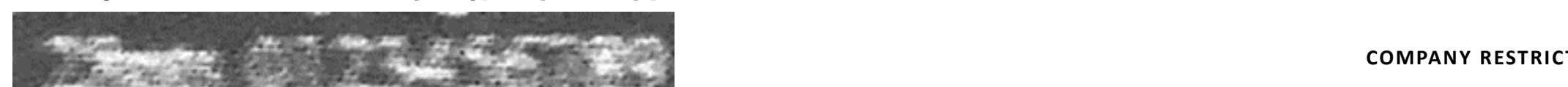
従来手法による再構築画像

提案手法による再構築画像

表示画像

28pts 0123456789

従来手法による再構築画像

提案手法による再構築画像

提案手法を利用することで低サンプリングレートの影響で認識が困難な文字列が認識可能となることがわかる

計測の揺らぎに着目したTEMPESTの高精度化

$$\underset{x(t)}{\operatorname{argmin}} \sum_{i}^{M} \left\| b_i - \int a_i(t)x(t)dt \right\|_2^2 + \alpha E_{smooth} + \lambda E_{sparse}$$

subject to $x(t) \geq 0, E_{smooth} = \|\nabla \bar{x}\|_2^2, E_{sparse} = \|\bar{x}\|_1$ （制約）

$\bar{x}$: a two-dimensional image, M: # of sample, N: # of pixel

奈良先端大 (NAIST) 情報セキュリティ工学研究室

意図的な電磁妨害による強制的な電磁情報漏えいの誘発に関する検討

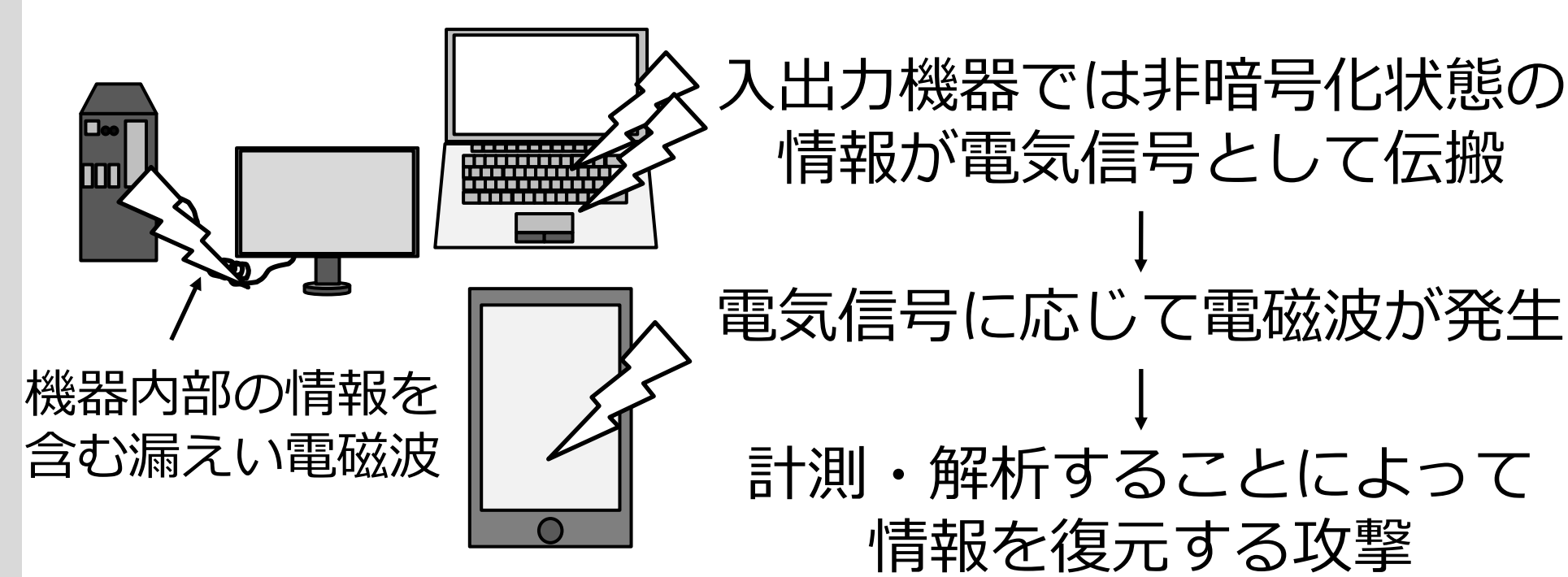
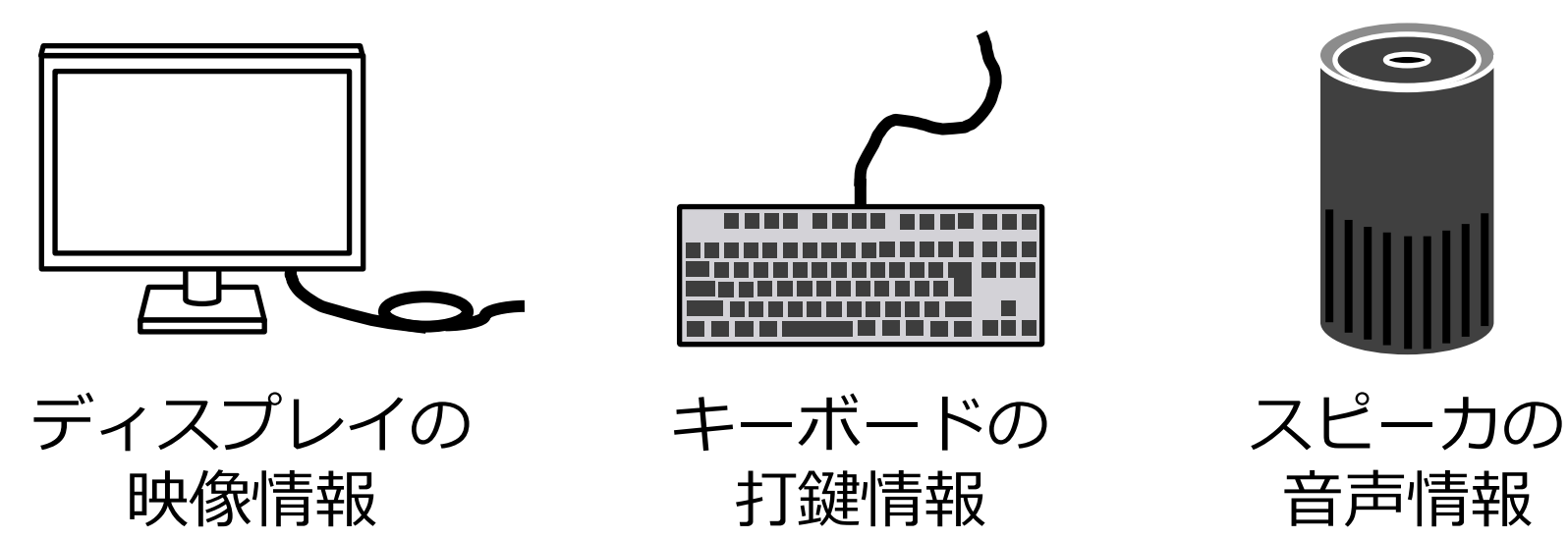
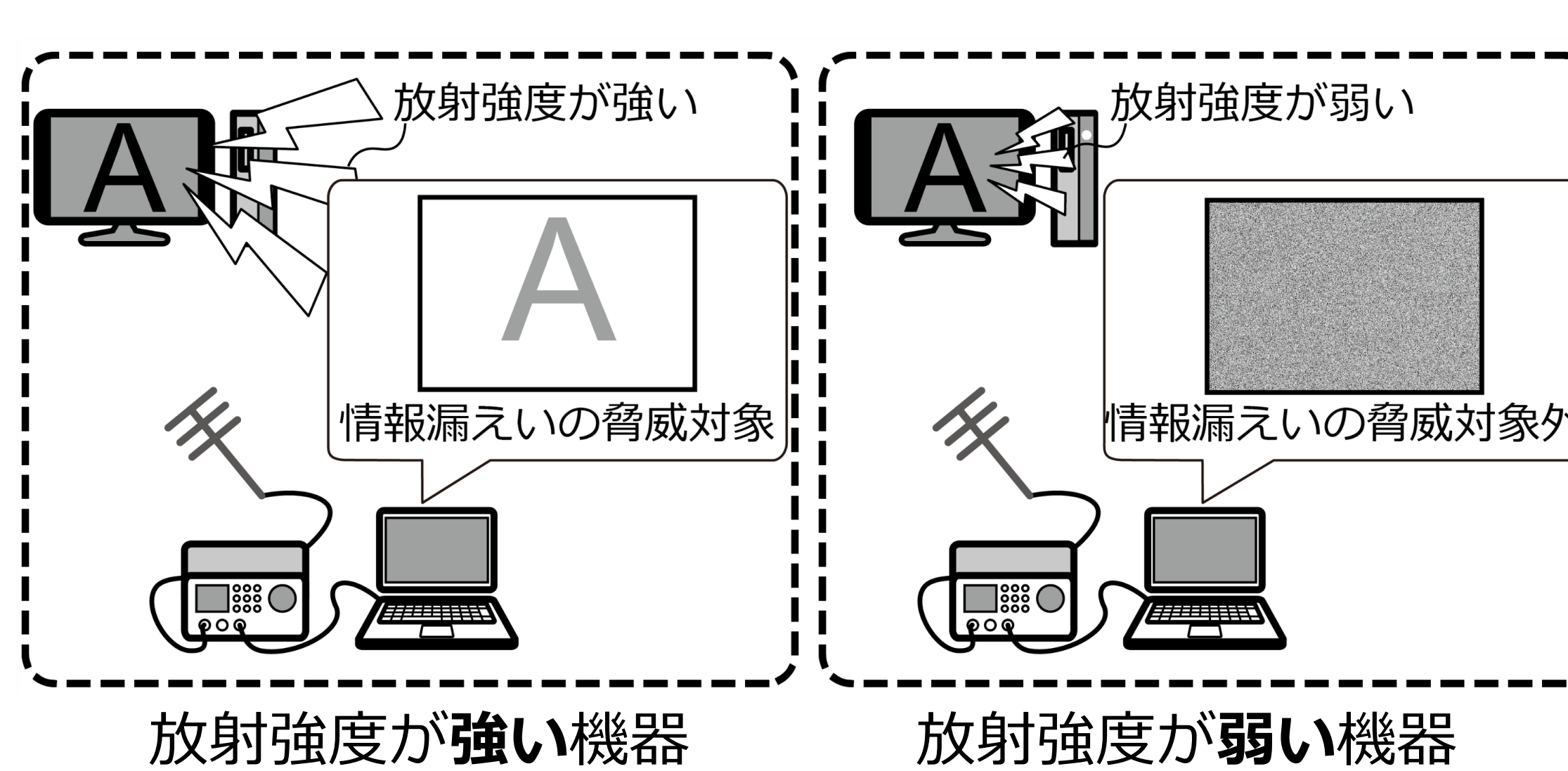
研究背景

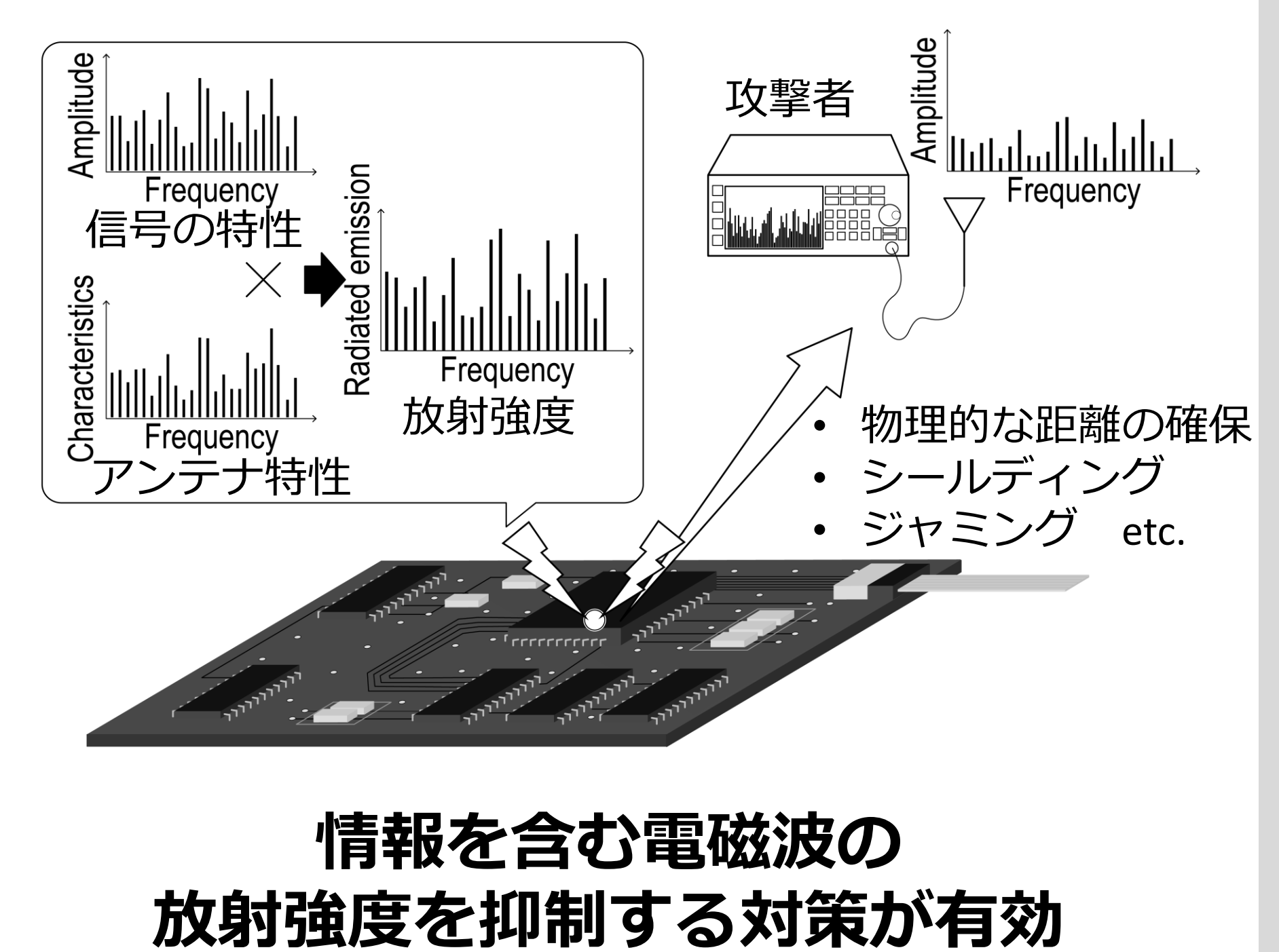
電磁波を介した情報漏えい(TEMPEST)

TEMPESTの脅威の対象となる機器

ディスプレイの映像情報

キーボードの打鍵情報

スピーカの音声情報

TEMPESTの成立条件

全ての機器が脅威の対象とならず電磁波の放射強度が強い機器が対象となる

電磁波の放射強度の決定と対策技術

情報を含む電磁波の放射強度を抑制する対策が有効

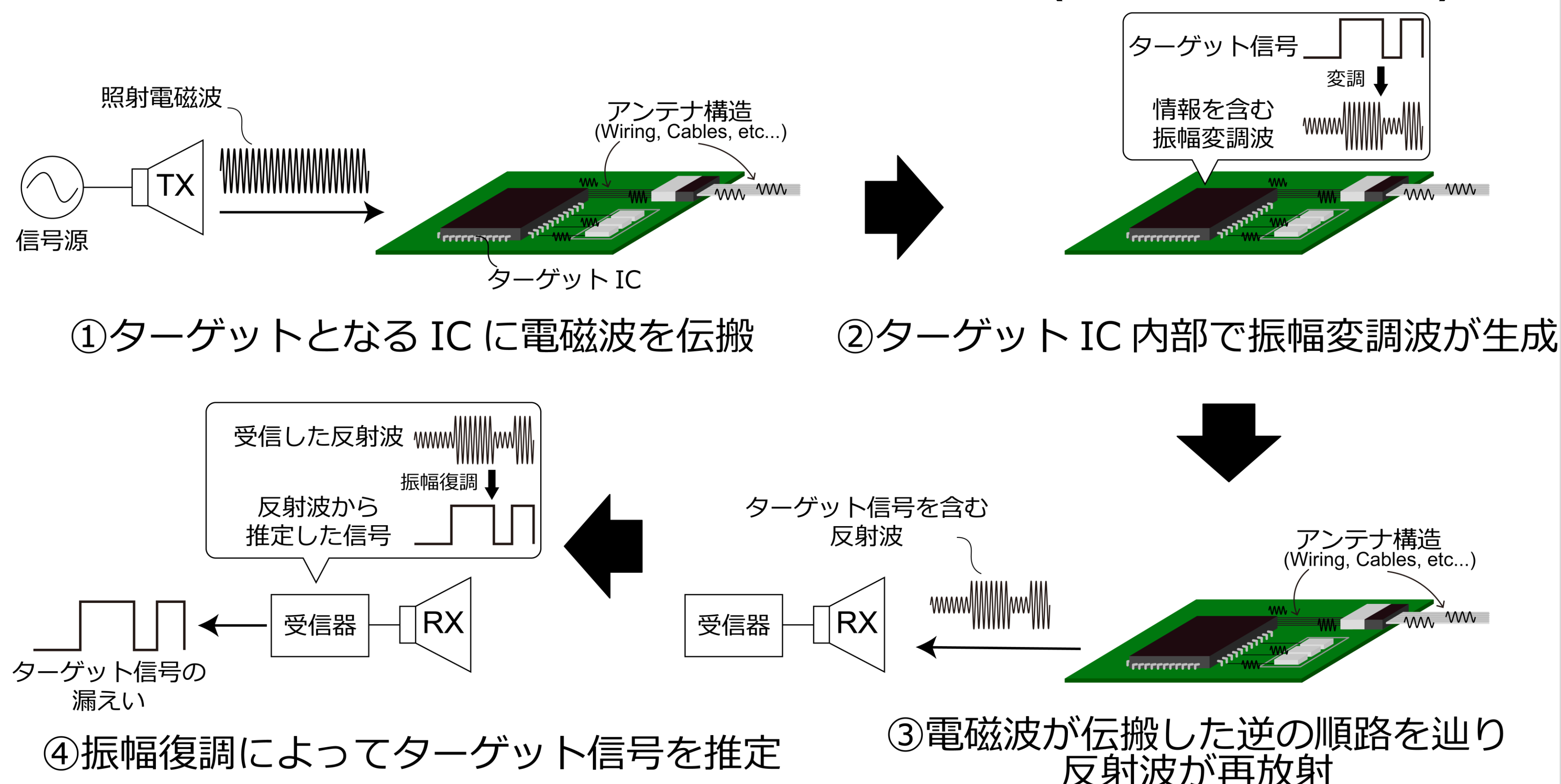
ディスプレイに対するTEMPESTデモンストレーション

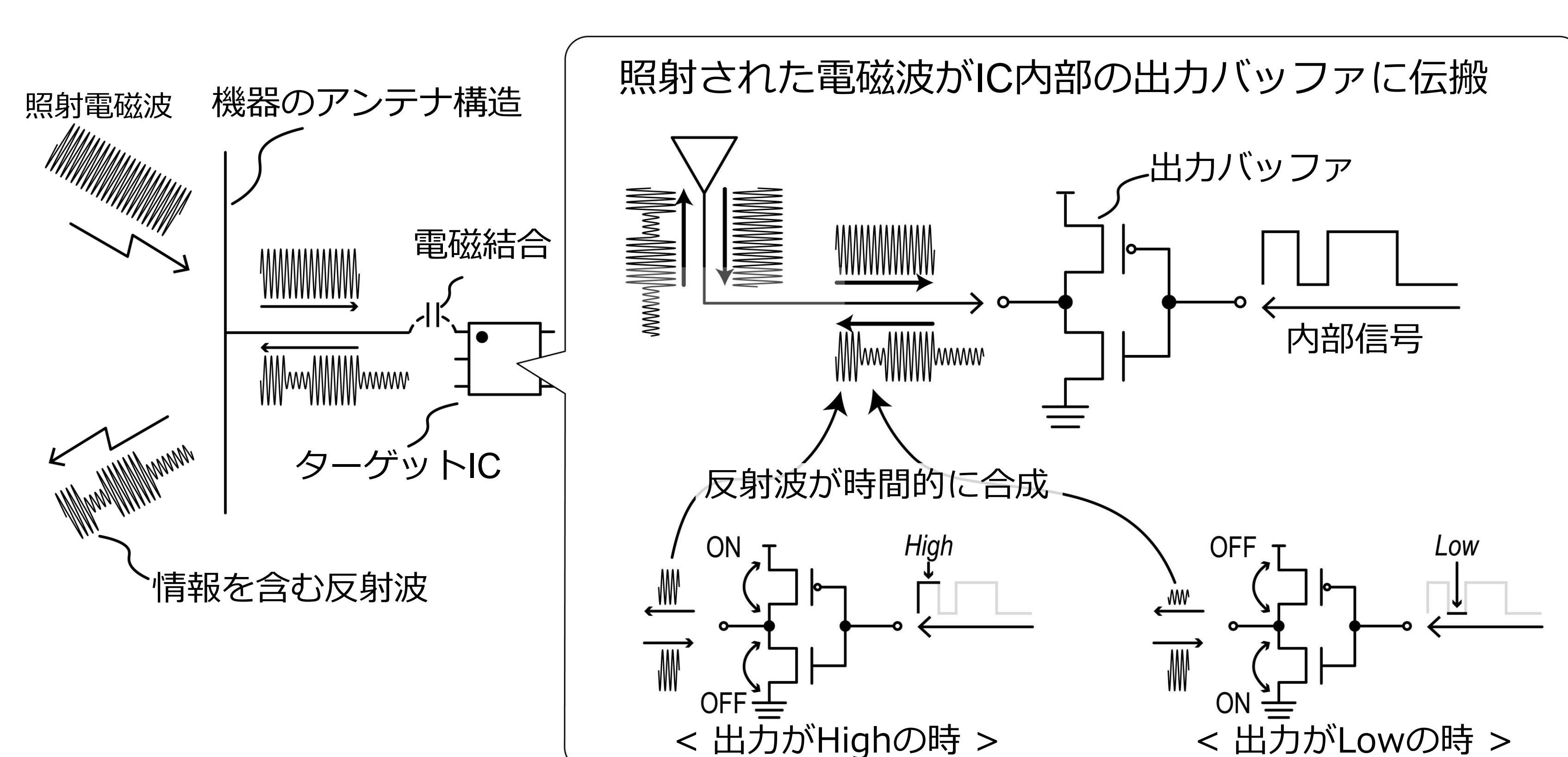
タブレットデバイスに対するTEMPEST (YouTube)

アクティブなTEMPEST (Echo TEMPEST)

情報を含む電磁波の放射強度を制御する脅威 (Echo TEMPEST)

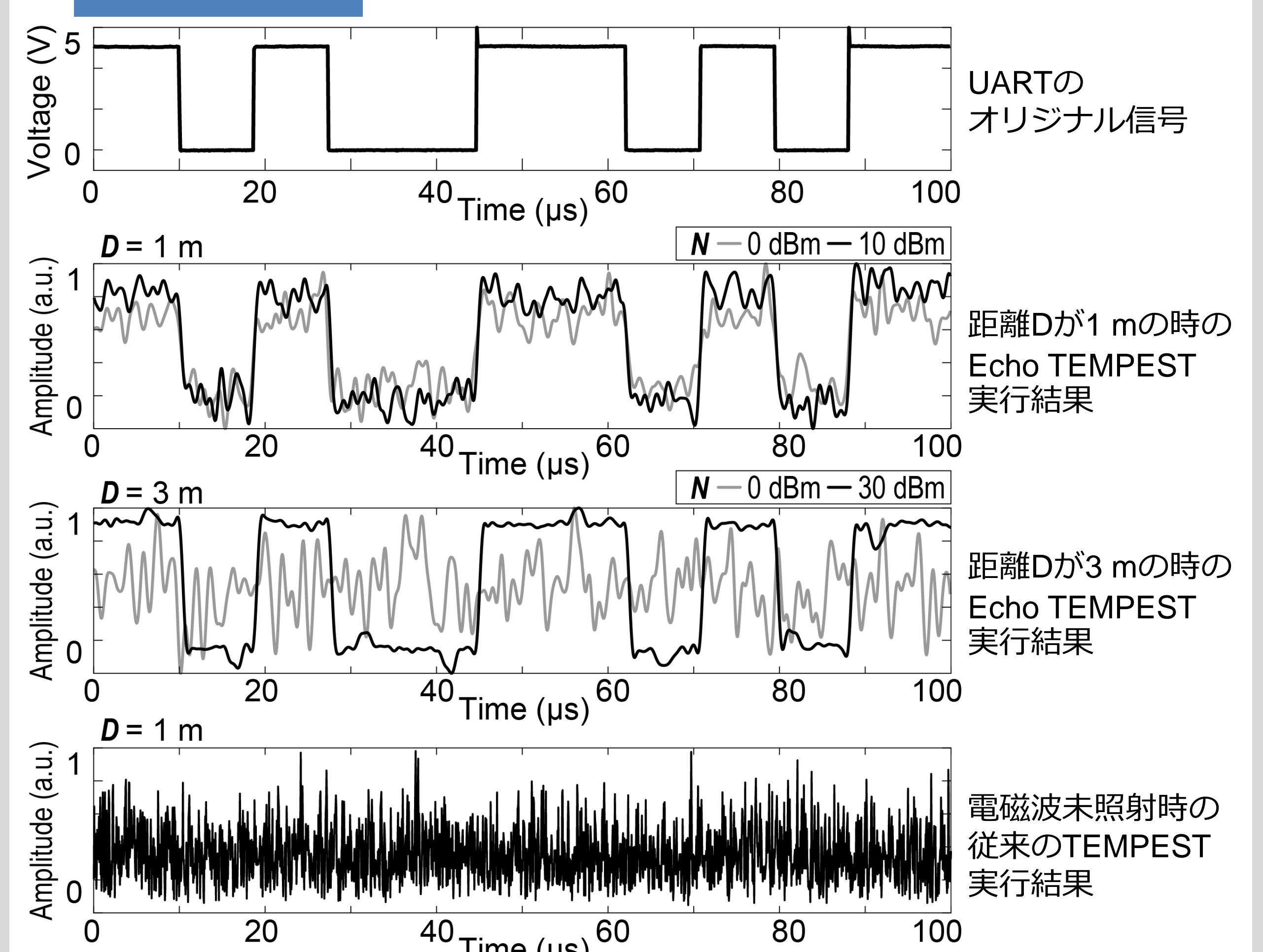
①ターゲットとなる IC に電磁波を伝搬　②ターゲット IC 内部で振幅変調波が生成

④振幅復調によってターゲット信号を推定　③電磁波が伝搬した逆の順路を辿り反射波が再放射

ターゲットとなるICに対する電磁波の照射強度によって発生する反射波の放射強度を制御することが可能

Echo TEMPESTのメカニズム

ICの出力バッファのスイッチング状態に応じた入力インピーダンスの変化よりICの出力信号を含む反射波（振幅変調波）が生成される

実験環境

ターゲットとの距離: *D*,
電磁波の照射強度: *N*　を変化させながら評価

実験結果

電磁波の照射強度に応じて情報の漏えい距離が制御できることが確認された

脅威の対象となる可能性がある機器

キーボードやWebカメラ等の低中速通信

スマートスピーカ等のマイク入力やスピーカ出力

PCB上のIC間通信